

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-040237

(43) Date of publication of application : 08.02.2000

(51)Int.Cl.

G11B 7/09

**G11B 7/085**

**G11B 7/135**

(21)Application number : 10-203983

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 17.07.1998

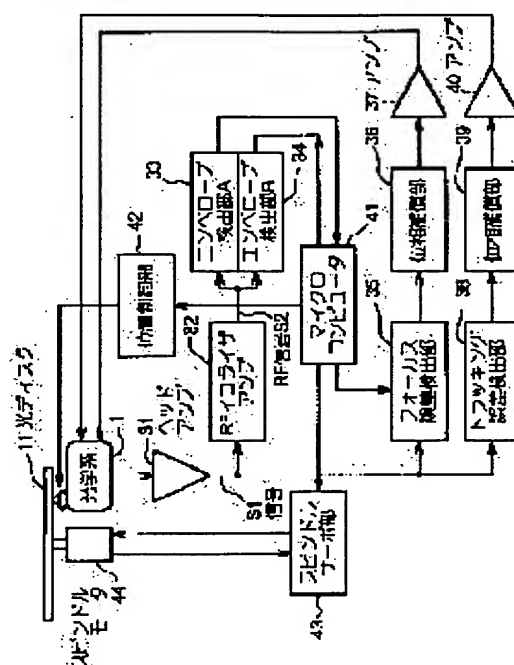
(72)Inventor : ICHIMURA ISAO

## (54) OPTICAL RECORDING AND REPRODUCING DEVICE AND ITS METHOD

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To perform an optimizing adjustment of distance between a first and a second lens in a two-group objective lens together with an optimizing adjustment of focus offset in a short time.

**SOLUTION:** After focus setting, while the distance between the first and the second lens of a two-group objective lens is adjusted by a first electromagnetic actuator, the two-group objective lens is integrally moved by a second electromagnetic actuator. The amplitude fluctuation due to spherical aberration that appears in the RF signal S2 is separated from the amplitude fluctuation due to focusing servo errors by envelope detectors A33, B34, with the two adjustments carried out simultaneously.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 第 1 のレンズと第 2 のレンズにより構成される 2 群レンズを介して、光記録媒体に対して光を照射し、少なくとも情報の記録および再生の何れか一方を行う光記録再生装置において、前記第 1 のレンズを前記第 2 のレンズに対して光軸方向に移動させる第 1 の駆動手段と、前記 2 群レンズを光軸方向に移動させる第 2 の駆動手段とを有し、フォーカスサーボ引き込み後、前記第 1 の駆動手段と前記第 2 の駆動手段とを同時に作動させ、前記第 1 の駆動手段を用いて前記第 1 のレンズと前記第 2 のレンズとの間の距離を最適化する第 1 の調整と、前記第 2 の駆動手段を用いてフォーカスオフセットを最適化する第 2 の調整とを、同時にを行うことを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 2】 前記第 1 の駆動手段により前記第 1 のレンズを前記第 2 のレンズに対し、光軸方向に周期的な移動をさせると同時に、前記第 2 の駆動手段により、前記第 1 のレンズと前記第 2 のレンズにより構成される前記 2 群レンズを光軸方向に周期的な移動をさせて調整することを特徴とする請求項 1 に記載の光記録再生装置。

【請求項 3】 前記第 1 のレンズの前記第 2 のレンズに対する前記周期的な移動による移動周期が、前記第 1 のレンズと前記第 2 のレンズからなる前記 2 群レンズの前記周期的な移動による移動周期より、長いことを特徴とする請求項 2 に記載の光記録再生装置。

【請求項 4】 前記周期的な移動が正弦波状であることを特徴とする請求項 2 に記載の光記録再生装置。

【請求項 5】 一枚以上のレンズにより構成される対物レンズと、一枚以上のレンズにより構成されるリレーレンズ群とを含む構成の光学系を介して、光記録媒体に対して光を照射し、少なくとも情報の記録および再生の何れか一方を行う光記録再生装置において、前記リレーレンズ群を前記対物レンズに対して光軸方向に移動させる第 1 の駆動手段と、前記対物レンズを光軸方向に移動させる第 2 の駆動手段とを有し、フォーカスサーボ引き込み後、前記第 1 の駆動手段と前記第 2 の駆動手段を同時に作動させ、前記第 1 の駆動手段を用いて前記リレーレンズ群と前記対物レンズとの間の距離を最適化する第 1 の調整と、前記第 2 の駆動手段を用いてフォーカスオフセットを最適化する第 2 の調整とを、

同時にを行うことを特徴とする光記録再生装置。

【請求項 6】 前記対物レンズ及び前記リレーレンズ群を、光軸方向に周期的な移動をさせて調整することを特徴とする請求項 5 に記載の光記録再生装置。

【請求項 7】 前記リレーレンズ群の前記周期的な移動による移動周期が、前記対物レンズの前記周期的な移動による移動周期より長いことを特徴とする請求項 6 に記載の光記録再生装置。

【請求項 8】 前記周期的な移動が正弦波状であることを特徴とする請求項 6 に記載の光記録再生装置。

【請求項 9】 第 1 のレンズと第 2 のレンズにより構成される 2 群レンズを介して、光記録媒体に対して光を照射し、少なくとも情報の記録および再生の何れか一方を行う光記録再生方法において、フォーカスサーボ引き込み後、前記第 1 のレンズを前記第 2 のレンズに対して光軸方向に移動させることにより、前記第 1 のレンズと前記第 2 のレンズとの間の距離を最適化する第 1 の調整と、前記 2 群レンズを光軸方向に移動させることにより、フォーカスオフセットを最適化する第 2 の調整とを、同時にを行うことを特徴とする光記録再生方法。

【請求項 10】 前記移動は、周期的な移動であることを特徴とする請求項 9 に記載の光記録再生方法。

【請求項 11】 前記第 1 のレンズの前記第 2 のレンズに対する前記周期的な移動による移動周期が、前記第 1 のレンズと前記第 2 のレンズからなる前記 2 群レンズの前記周期的な移動による移動周期より、長いことを特徴とする請求項 10 に記載の光記録再生方法。

【請求項 12】 前記周期的な移動が正弦波状であることを特徴とする請求項 10 に記載の光記録再生方法。

【請求項 13】 一枚以上のレンズにより構成される対物レンズと、一枚以上のレンズにより構成されるリレーレンズ群とを含む構成の光学系を介して、光記録媒体に対して光を照射し、少なくとも情報の記録および再生の何れか一方を行う光記録再生方法において、

フォーカスサーボ引き込み後、前記リレーレンズ群を前記対物レンズに対して光軸方向に移動させることにより、前記リレーレンズ群と前記対物レンズとの間の距離を最適化する第 1 の調整と、前記対物レンズを光軸方向に移動させることにより、フォーカスオフセットを最適化する第 2 の調整とを、同時にを行うことを特徴とする光記録再生方法。

【請求項 14】 前記移動は、周期的な移動であることを特徴とする請求項 13 に記載の光記録再生方法。

【請求項 15】 前記リレーレンズ群を前記対物レンズ

10

20

30

40

50

に対して光軸方向に移動させる前記周期的な移動による移動周期が、前記対物レンズを光軸方向に移動させる前記周期的な移動による移動周期より、長いことを特徴とする請求項 14 に記載の光記録再生方法。

【請求項 16】 前記周期的な移動が正弦波状であることを特徴とする請求項 14 に記載の光記録再生方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

\* 10

$$d = \lambda / NA$$

【0003】式 1 で分かるように、光源の波長  $\lambda$  が短ければ短いほど、また、対物レンズの開口数  $NA$  が大きければ大きいほど、スポットサイズ  $d$  は小さくなり、高密度記録が可能となる。

【0004】このうち、対物レンズの開口数を大きくする手法として、非球面 2 群対物レンズを用いることが有効であることが知られている。特開平 9-251645 号公報には、2 群対物レンズを用いて球面収差の発生を※

$$f d = \lambda / NA^2$$

【0006】式 2 において分かるように、高開口数対物レンズを用いる場合、焦点深度  $f d$  は極めて小さくなる。例えば、2 群対物レンズの開口数を 0.85 とした場合、その焦点深度  $f d$  は、DVD-RAM (対物レンズ開口数  $NA = 0.6$ ) の場合に比べて約半分に減少する。ここで DVD とはデジタルビデオディスクをいい、DVD-RAM とは書き換え可能なデジタルビデオディスクをいう。従って、高開口数対物レンズを用いる場合には、より正確な焦点制御が要求され、環境温度の変化、経時変化時に、的確に追従する必要が生じる。 30

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 2 群対物レンズ間距離の最適化を図り、波面収差を最小化する方法として、特願平 8-340903 号明細書には、2 群レンズを一体化してフォーカスサーボの合焦動作を行った後、先玉レンズを独立して光軸方向に動かすことで、波面収差が最小となるように調整する、本出願人と同一出願人による光ディスク記録再生装置および方法が開示されている。

【0008】また、正確な焦点制御として、特願平 9-84090 号明細書には、高開口数 2 群対物レンズにより構成される光学ヘッドを用いた光ディスク装置におけるフォーカスサーボにおいて、フォーカスオフセットを最適化することで、ディスク再生信号が最良となるように調整する、本出願人と同一出願人による焦点制御装置およびその方法、光ディスク装置が開示されている。

【0009】しかし、上述したそれぞれの 2 群対物レンズのレンズ間距離の最適化およびフォーカスオフセットの最適化は、記録媒体からの同一の再生信号に基づいて行われるため、この両者は別々に調整を行っていた。そのため一枚レンズで構成される対物レンズの場合と比較 50

\* 【発明の属する技術分野】 本発明は光記録再生装置及び光記録再生方法に関し、さらに詳しくは、2 群対物レンズを用いて情報を記録または再生する光記録再生装置及び光記録再生方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光記録媒体の記録再生装置において、記録媒体上におけるスポットサイズ  $d$  は、光源の波長を  $\lambda$ 、対物レンズの開口数を  $NA$  (Numerical Aperture) とすると、以下の式 1 で表されている。

(1)

※抑制する、本出願人と同一出願人による記録媒体記録再生装置および記録媒体記録再生方法が開示されている。このような 2 群対物レンズを用いる場合、記録媒体からの再生信号を最良とするため、2 群対物レンズ間距離の最適化を図り、波面収差を最小化する必要が生じる。

【0005】一方、波面収差の 2 乗平均誤差 ( $\lambda / 14$ ) によって規定される対物レンズの焦点深度  $f d$  は、以下の式 2 で求められる。

(2)

して、調整に長時間を要していた。

【0010】本発明は、以上の点を考慮してなされたもので、2 群対物レンズのレンズ間距離の最適化調整と、フォーカスオフセットの最適化調整とを合わせて短時間で行うことができる光記録再生装置及び光記録再生方法を提案するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、請求項 1 の光記録再生装置は、第 1 のレンズと第 2 のレンズにより構成される 2 群レンズを介して、光記録媒体に対して光を照射し、情報を記録または再生する光記録再生装置において、第 1 のレンズを第 2 のレンズに対して光軸方向に移動させる第 1 の駆動手段と、2 群レンズを光軸方向に動かす第 2 の駆動手段を有し、フォーカスサーボ引き込み後、第 1 の駆動手段と第 2 の駆動手段を同時に作動させ、第 1 の駆動手段を用いて第 1 のレンズと第 2 のレンズとの間の距離を最適化する第 1 の調整と、第 2 の駆動手段を用いてフォーカスオフセットを最適化する第 2 の調整とを、同時に行うようにしたものである。 40

【0012】請求項 2 の光記録再生装置は、第 1 の駆動手段により第 1 のレンズを第 2 のレンズに対し、光軸方向に周期的な移動をさせると同時に、第 2 の駆動手段により、第 1 のレンズと第 2 のレンズにより構成される 2 群レンズを光軸方向に周期的な移動をさせて調整するようにしたものである。請求項 3 の光記録再生装置は、第 1 のレンズの第 2 のレンズに対する周期的な移動による移動周期が、第 1 のレンズと第 2 のレンズからなる 2 群レンズの周期的な移動による移動周期より長くしたものである。請求項 4 の光記録再生装置は、周期的な移動を

正弦波状にしたものである。

【0013】このような解決手段は、請求項5ないし請求項8に記載されている、一枚以上のレンズにより構成される対物レンズと、一枚以上のレンズにより構成されるリレーレンズ群とを含む構成の光学系を介して、光記録媒体に対して光を照射し、情報を記録または再生する光記録再生装置にも同様に適用が可能となる。すなわち、第1のレンズと第2のレンズとの関係が、リレーレンズ群と対物レンズとの関係になるだけであるからである。

【0014】また、請求項9の光記録再生方法は、第1のレンズと第2のレンズにより構成される2群レンズを介して、光記録媒体に対して光を照射し、情報を記録または再生する光記録再生方法において、フォーカスサーボ引き込み後、第1のレンズを第2のレンズに対して光軸方向に移動させることにより、第1のレンズと第2のレンズとの間の距離を最適化する第1の調整と、2群レンズを光軸方向に移動させることにより、フォーカスオフセットを最適化する第2の調整とを、同時に行うようにしたものである。

【0015】この場合の移動を、請求項10に記載のように周期的にすること、請求項11に記載のように、第1のレンズの第2のレンズに対する移動周期を2群レンズの移動周期より長くすること、請求項12に記載のように正弦波状にすることは前述の光記録再生装置と同様である。

【0016】また、請求項13に記載のように、一枚以上のレンズにより構成される対物レンズと、一枚以上のレンズにより構成されるリレーレンズ群とを含む構成の光学系を介して、光記録媒体に対して光を照射し、情報を記録または再生する光記録再生方法にも同様に適用が可能となる。すなわち、第1のレンズと第2のレンズとの関係が、リレーレンズ群と対物レンズとの関係になるだけであるからである。

【0017】この場合の移動を、請求項14に記載のように周期的にすること、請求項15に記載のように、リレーレンズ群を対物レンズに対して移動させる移動周期を、対物レンズを移動させる移動周期より長くすること、請求項16に記載のように正弦波状にすることは前述の光記録再生装置と同様である。

【0018】次に作用を説明する。第1の駆動手段と第2の駆動手段を有するので、2群レンズを一体に移動させることと、第1のレンズを第2のレンズに対して相対的に移動させることを同時に行うことができる。そのためフォーカスサーボ引き込み後、2群レンズを一体に移動させながら行うフォーカスオフセットの最適化調整と、第1のレンズを第2のレンズに対して相対的に移動させながら行う2群レンズ間距離の最適化調整を、同時に行うことができる。

【0019】この場合、2群レンズ全体の移動と、2群

レンズ間距離を変化させる移動をそれぞれ周期的に行い、その周期を区別することにより、周波数帯域上で、球面収差による振幅変動とフォーカスサーボ誤差による振幅変動を分離することが可能になる。

【0020】また、2群レンズ全体の移動周期より、2群レンズ間距離を変化させる移動周期を長くすることにより、球面収差による振幅変動を正確に検出することが可能となる。

【0021】また、2群レンズ全体の移動と、2群レンズ間距離を変化させる移動を正弦波状とすることにより、それぞれの調整に必要な変動成分をフィルタにより正確に分離することが可能となる。

【0022】さらに、上述の作用は、一枚以上のレンズにより構成される対物レンズと、一枚以上のレンズにより構成されるリレーレンズ群とを含む構成の光学系において、対物レンズとリレーレンズ群間の距離の調整とフォーカスオフセットの調整の場合にも同様に働く。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態の一例として、高開口数非球面2群対物レンズを用いた光ディスク記録再生装置について説明する。

【0024】まず、本発明の実施の形態例の光学ピックアップ用非球面2群対物レンズの構成について、図1を参照して説明する。図1において、第1のレンズ12と第2のレンズ14で2群対物レンズを形成し、第2のレンズ14は、第2の電磁アクチュエータ15上に搭載され、その開口数NAは約0.5となっている。また、第1のレンズ12は、第2のレンズ14と同一の光軸上に位置するように、別に設けられた第1の電磁アクチュエータ13上に搭載され、光軸方向の任意の位置に制御可能な構成になっている。なお、符号11は光ディスクである。

【0025】第1の電磁アクチュエータ13は第1のレンズ12を第2のレンズ14に対して相対的に光軸方向に移動するように構成されており、第1の電磁アクチュエータ13に印加する電圧により第1のレンズ12と第2のレンズ14の間隔を調整することができる。

【0026】第2の電磁アクチュエータ15は2軸アクチュエータであり、第1のレンズ12と第2のレンズ14を光軸方向（フォーカス方向）に移動すると共に、これらを光ディスク11のトラックに対し垂直な方向（トラッキング方向）へ移動するように構成されている。第2の電磁アクチュエータ15にフォーカス誤差信号とトラッキング誤差信号を印加することにより、第1のレンズ12と第2のレンズ14の光ディスク11からの距離を調節すると共に、光ディスク11のトラックに対し垂直な方向に移動することができる。なお、第1、第2の電磁アクチュエータ13、15は、リニアモータなど他の駆動手段であってもよい。

【0027】図示しない半導体レーザからの光ビーム

は、これら 2 つの第 1 のレンズ 12 と第 2 のレンズ 14 を通過することによって光ディスク 11 上に集光されるが、この際に、2 群対物レンズの実効的な対物レンズの開口数 NA は約 0.85 となる。また、高開口数を実現することで、従来の光学ピックアップに比べて、対物レンズの動作距離 (Working Distance) が小さくなり、本実施の形態例において、その値は約 100 μm となって\*

$$W(x, y) = W_{22}x^2 + W_{31}x(x^2 + y^2) + W_{51}x(X^2 + Y^2)$$

(3)

【0029】ここで、 $W_{22}$  は非点収差、 $W_{31}$  は 3 次のコマ収差、 $W_{51}$  は 5 次のコマ収差である。このうち、支配的である 3 次のコマ収差  $W_{31}$  は式 4 で与えられ、スキュー※

$$W_{31} = (n^2 - 1)n^2 \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta / 2(n^2 - \sin^2 \theta)^{2/5} \cdot t \cdot NA^3 / \lambda$$

(4)

【0030】よって、非球面 2 群対物レンズを用いて、その開口数 NA の値を、0.85 まで高めた光ディスク記録再生装置において、DVD と同等のスキュートレランスを確保するためには、ディスク基板厚  $t$  を 0.1 mm 程度まで薄くする必要が生じる。

【0031】図 2 は、本実施の形態例の光ディスク記録再生用光学ピックアップの構成を示す図である。図 2 において、半導体レーザ 16 からの出射光は、コリメータレンズ 17 で平行光にされ、サイドスポット生成用の回折格子 18 を通過した後、1/2 波長板 19、ビームスプリッタ 20、1/4 波長板 23 をそれぞれ通過して、2 群対物レンズの第 2 のレンズ 14 および第 1 のレンズ 12 によって光ディスク 11 上に集光される。出射光の一部はビームスプリッタ 20 によって反射され、レンズ 21 によって集光され、発光出力検出用受光素子 22 へと導かれて、光ディスク 11 上でのレーザ盤面出力を制御する目的に用いられる。なお、発光出力検出用受光素子 22 への入射光量は 1/2 波長板 19 を回転させること★

$$FE = (A + C) - (B + D)$$

(5)

【0034】また、トラッキング誤差信号 TE は、E 及び F の各受光素子の出力に基づいて、式 6 により演算で☆

$$TE = E - F$$

(6)

【0035】さらに、RF 信号は、式 7 に示すように A ◆

$$RF = A + B + C + D$$

(7)

【0036】次に、本実施の形態例の光ディスク記録再生装置の構成を図 4 で示すブロック図を参照して説明する。図 4 において、光学ピックアップ内の光学系 1 により受光された信号は、ヘッドアンプ 31 に供給され、必要な所定のレベルに増幅される。増幅された信号 S1 は、RF イコライザアンプ 32 で式 7 に基づいた演算と所定の特性にイコライズされる。RF イコライザアンプ 32 の出力信号は、RF 信号 S2 として図示しない信号処理系に供給されると共に、2 群対物レンズのレンズ間距離の最適化調整、並びにフォーカスオフセットの最適化調整を行うための信号として、エンベロープ検出部 A33 およびエンベロープ検出部 B34 に供給される。

\*いる。

【0028】開口数が大きくなると、一般に光ディスク記録再生装置におけるディスクスキューを許容する値であるスキュートレランス値が減少する。ディスクスキュー (X 方向) による波面収差をザイデルの多項式で表すと、以下の式 3 となる。

10 ※ 一角  $\theta$  が 1 度以下の小さな場合には、概ね開口数 NA の 3 乗とディスク基板厚  $t$  に比例する。

★とによって調整される。

【0032】一方、光ディスク 11 からの反射光は、上述したビームスプリッタ 20 によって反射された後、検出経路へと導かれる。本実施の形態例においては、フォーカス誤差信号として非点収差法を、また、トラッキング誤差信号として、3 スポット法を用いている。非点収差法に基づいたフォーカス誤差信号を生成すべく、凸レンズ 24、マルチレンズ 25 によって集光され、サーボ誤差信号兼 RF 信号検出用受光素子 26 へと入射し、光電変換される。

【0033】図 3 はサーボ誤差信号兼 RF 信号検出用受光素子 26 に使われる、6 分割光検出素子の配置を示す図である。図 3 において、A～F までの 6 個の受光素子が、A～D の 4 分割受光部を中心に、E と F がそれぞれトラック横断方向に、トラック接線方向に対して対称に配置されている。図 3 に示す A～D の各受光素子の出力に基づいて、式 5 によりフォーカス誤差信号 FE が演算で求められる。

☆求められる。

◆～D の各受光素子の出力和によって求められる。

【0037】マイクロコンピュータ 41 は、光ディスク記録再生装置全体の動作を制御するための制御部である。マイクロコンピュータ 41 は、スピンドルモータ 44 のスピンドルサーボ部 43 に対する制御を行うと同時に、目的のフォーカスオフセットの調整と 2 群対物レンズのレンズ間距離の調整を行う機能を備えている。エンベロープ検出部 A33 およびエンベロープ検出部 B34 の出力は、マイクロコンピュータ 41 に供給された後、後述する調整方法に基づいて処理され、フォーカスオフセット調整用の制御信号としてフォーカス誤差検出部 35 へ出力されると共に、2 群対物レンズ間距離の指示信号として位置制御部 42 へ出力される。

【0038】ヘッドアンプ31の出力信号S1は、フォーカス誤差検出部35とトラッキング誤差検出部38にも供給される。フォーカス誤差検出部35は、信号S1に対して、式5に基づいた演算を施すと共に、マイクロコンピュータ41からのフォーカスオフセット調整用の制御信号を加える。トラッキング誤差検出部38は、信号S1に対して、式6に基づいた演算を施す。フォーカス誤差検出部35、トラッキング誤差検出部38の出力は位相補償部36、39により位相補償が行われた後、アンプ37、40により必要な信号振幅に増幅され、光学系1へフィードバックされる。また、2群対物レンズのレンズ間距離は、位置制御部42によって制御される。

【0039】以上のハードウェア構成による、2群対物レンズのレンズ間距離の調整方法、並びにフォーカスオフセットの調整方法を以下に説明する。まず、フォーカス引き込み動作をして、フォーカスサーボがかかった状態にする。次に、調整の精度を上げるために、トラッキング引き込み動作をして、トラッキングサーボがかかった状態にする。

【0040】図5は、フォーカスサーボ及びトラッキングサーボがかかった状態で、図1に示した2群対物レンズを第2の電磁アクチュエータ15で光軸方向に、周波数 $f_2$ で正弦波状に周期的に移動させた時に得られるRF信号S2のエンベロープの変化を表したものである。図5はフォーカスオフセットが最適ではない場合を表しているが、もしフォーカスオフセットが最適であれば、焦点が光ディスク11の信号記録面を中心に变化するため、図5(a)において周期的な変位がゼロのときのタイミング $t_3$ 、 $t_4$ で図5(b)で示すRF信号S2のエンベロープが最大となる。また、図5(a)において、2群対物レンズが光ディスク11に最も近づいたタイミング $t_1$ と、最も遠ざかったタイミング $t_2$ ではRF信号S2のエンベロープが共に最小になる。

【0041】一方、2群対物レンズが移動する範囲の両端である、タイミング $t_1$ でのRF信号振幅 $A_1$ とタイミング $t_2$ でのRF信号振幅 $A_2$ が異なる場合には、図5(a)に示す正弦波状の中心値がフォーカスオフセットの最適値からずれていることを意味する。この判別

$$f_1 < f_2$$

【0046】例えば、 $f_1 = 30\text{Hz}$ 、 $f_2 = 1\text{kHz}$ とし、第1、第2の電磁アクチュエータ13、15を周期的に移動させる。この場合、RF信号S2のエンベロープは、 $30\text{Hz}$ と $1\text{kHz}$ の成分が合成されたものとなるが、エンベロープ検出部A33内の図示しない低域通過フィルタを通過した $f_1$ 成分の信号が2群対物レンズ間距離の変化に伴うエンベロープ変動を表すのに対し、エンベロープ検出部B34内の図示しない高域通過フィルタを通過した $f_2$ 成分の信号がフォーカスオフセットに起因するエンベロープ変動を表すものとなる。

\*は、焦点が光ディスク11の信号面よりも手前にあるか、または奥にあるかを示すものであり、図5(b)に示すタイミング $t_1$ でのRF信号振幅 $A_1$ とタイミング $t_2$ でのRF信号振幅 $A_2$ の大小関係が、誤差信号の極性に対応する。

【0042】従って、この関係を利用して、図5(b)に示すタイミング $t_1$ でのRF信号振幅 $A_1$ とタイミング $t_2$ でのRF信号振幅 $A_2$ とが等しくなるようにフォーカスオフセットを調整することによって、2群対物レンズのフォーカスオフセットを最適値に調整する。

【0043】上述したフォーカスオフセットの調整方法と全く同様な手法で、2群対物レンズ間距離を最適値に調整する。すなわち、図1に示した第1のレンズ12を搭載した第1の電磁アクチュエータ13を光軸方向に、周波数 $f_1$ で正弦波状に周期的に移動させ、2群対物レンズ間距離を変化させると、RF信号S2は2群対物レンズ間距離が最適な距離のときに最大の振幅となる。最適な状態では第1のレンズ12が光ディスク11に最も近づいたタイミング $t_1$ と、最も遠ざかったタイミング $t_2$ ではRF信号S2のエンベロープが共に最小になる。

図5(a)で、「フォーカスオフセット」が「2群対物レンズ間距離」に相当し、図5(b)に示すタイミング $t_1$ でのRF信号振幅 $A_1$ とタイミング $t_2$ でのRF信号振幅 $A_2$ とが等しくなるように調整する。

【0044】ここで、2群対物レンズ間距離の調整とフォーカスオフセットの調整を同時に行うと、2群対物レンズ間距離の変化によって生ずる球面収差と同時にフォーカスサーボ誤差(デフォーカス)も発生する。フォーカスサーボが追従しきれない場合は、RF信号S2はフォーカスサーボ誤差による振幅変動を大きく受け、球面収差に起因する振幅変動との分離が困難となる。

【0045】そのため、フォーカスサーボのゲインを十分に設定することは当然であるが、それと共に、2群対物レンズ間距離を周期的に移動する周期を、フォーカスオフセットの調整のために2群対物レンズ一体で移動する周期よりも長くする。すなわち、2群対物レンズ間距離を移動する周波数 $f_1$ を、式8を満たす低周波数とし、球面収差による振幅変動とフォーカスサーボ誤差による振幅変動との周波数帯域を分離させる。

(8)

【0047】なお、低域通過フィルタの目的は $f_1$ 成分の信号を $f_2$ 成分の信号から分離することが目的であるので、 $f_1$ 付近を通す帯域通過フィルタであってもよい。同様に、高域通過フィルタは $f_2$ 付近を通す帯域通過フィルタであってもよい。

【0048】また、これらフィルタの性能を最大限に発揮させるためには、上述した周期的な変動はそれぞれ $f_1$ 、 $f_2$ 以外の周波数成分が少ないほどよい。ノイズの少ない正しい分離ができるからである。従って、単一周波数成分をもつ正弦波が最適であり、三角波や台形波な



ど高調波成分を含む変動は好ましくない。そのため、第 1、第 2 の電磁アクチュエータ 13、15 を正弦波状に移動させることにより、球面収差による振幅変動成分とデフォーカスによる振幅変動成分を S/N よく分離することができる。

【0049】次に、マイクロコンピュータ 41 による上述した調整方法の手順を時系列に、図 6 で示すフローチャートを参照して説明する。なお、説明の便宜上、2 群対物レンズ間距離の調整のためのエンベロープ検出部 A 33 の出力の振幅を A1、A2 とし、フォーカスオフセットの調整のためのエンベロープ検出部 B 34 の出力の振幅で A1、A2 に相当する振幅を B1、B2 として図 6 に示す。

【0050】図 6 において、ステップ S100 では、フォーカスオフセット、並びに、2 群対物レンズ間距離をプリセット値に設定する。第 1 の電磁アクチュエータ 13 には周波数 f1 の正弦波状の駆動信号を印加して、第 1 のレンズ 12 を光軸方向に周期的に微動させる。第 2 の電磁アクチュエータ 15 には周波数 f2 の正弦波状の駆動信号を印加して、2 群対物レンズを光軸方向に周期的に微動させる。

【0051】ステップ S200 では、2 群対物レンズ間距離の調整を行い、ステップ S300 では、フォーカスオフセットの調整を行う。ステップ S200 とステップ S300 の処理は、マイクロコンピュータ 41 で、例えば 20  $\mu$ s 周期の同じ割り込み処理の中で実行されるので、同時に並行して調整される。

【0052】まず、ステップ S200 を説明する。ステップ S201 では、第 1 の電磁アクチュエータ 13 に印加する正弦波状の駆動信号のタイミングが t1 か t2 かに基づき、エンベロープ検出部 A33 の出力から A1、A2 を検出する。すなわち、タイミング t1 でのエンベロープ検出部 A33 からの振幅を A1、タイミング t2 でのエンベロープ検出部 A33 からの振幅を A2 として検出する。

【0053】ステップ S202 では、図 5 で示したように、A1=A2 であるかどうか判定される。A1=A2 の場合はステップ S206 に進み、それ以外の場合には、ステップ S203 に進む。ここで、A1=A2 であるかどうかの判定は、A1 と A2 の差が所定の許容範囲内であればよいことも含む。ステップ S203 では、A1>A2 であるかどうか判定される。A1>A2 であるときにはステップ S204 に、A1<A2 であるときにはステップ S205 にそれぞれ進む。

【0054】ステップ S204 では、2 群対物レンズ間距離を遠ざけるための制御が行われる。これは、本実施の形態例において、A1>A2 であることが、2 群対物レンズ間距離が最適値よりも小さいことに相当するからである。その後ステップ S201 に戻る。ステップ S205 では、2 群対物レンズ間距離を近づけるための制御

が行われる。これは、本実施の形態例において、A1<A2 であることが、2 群対物レンズ間距離が最適値よりも大きいことに相当するからである。その後ステップ S201 に戻る。

【0055】以上、S201 から S205 までのステップを繰り返すことにより、2 群対物レンズ間距離の最適値が求まる。ステップ S206 においては、2 群対物レンズ間距離が固定され、第 1 の電磁アクチュエータ 13 への正弦波状の駆動信号の印加を停止し、2 群対物レンズ間距離の調整が終了する。

【0056】次に、ステップ S300 を説明する。ステップ S301 では、図 5 (b) の A1、A2 に相当する B1、B2 をエンベロープ検出部 B34 から検出する。第 2 の電磁アクチュエータ 15 に印加する正弦波状の駆動信号のタイミングが t1 か t2 にかに基づき、エンベロープ検出部 B34 の出力から B1、B2 を検出する。すなわち、タイミング t1 でのエンベロープ検出部 B34 からの振幅を B1、タイミング t2 でのエンベロープ検出部 B34 からの振幅を B2 として検出する。

【0057】ステップ S302 では、B1=B2 であるかどうか判定される。B1=B2 の場合はステップ S306 に進み、それ以外の場合には、ステップ S303 に進む。ここで、B1=B2 であるかどうかの判定は、B1 と B2 の差が所定の許容範囲内であればよいことも含む。ステップ S303 では、B1>B2 であるかどうか判定される。B1>B2 であるときにはステップ S304 に、B1<B2 であるときにはステップ S305 にそれぞれ進む。

【0058】ステップ S304 では、フォーカスオフセットを増加する制御が行われる。これは、本実施の形態例において、B1>B2 であることが、信号面が合焦位置よりも離れていることに相当するからである。その後ステップ S301 に戻る。ステップ S305 では、フォーカスオフセットを減少する制御が行われる。これは、本実施の形態例において、B1<B2 であることが、信号面が合焦位置よりも近いことに相当するからである。その後ステップ S301 に戻る。

【0059】以上、S301 から S305 までのステップを繰り返すことにより、フォーカスオフセットの最適値が求まる。ステップ S306 においては、フォーカスオフセットが固定され、第 2 の電磁アクチュエータ 15 への正弦波状の駆動信号の印加を停止し、フォーカスオフセット調整が終了する。

【0060】ステップ S206 とステップ S306 が終了すると本手順は終了し、通常の状態に戻る。なお前述したように、ステップ S200 とステップ S300 の処理は、マイクロコンピュータ 41 で並行して実行されるので、同時に調整がされる。

【0061】本実施の形態例は、2 群対物レンズ間距離が可変な構成を持つ高開口数対物レンズを用いた光学ビ

10

20

30

40

50



ックアップの光学系に適用するものであるが、対物レンズに限らず、2群レンズ間距離が可変なレンズ構成の光学ピックアップで同様な問題があれば適用可能である。また、2群対物レンズ間距離が固定された高開口数対物レンズ、あるいは、単一レンズからなる高開口数対物レンズを用いて、さらに別のレンズを組み合わせた光学ピックアップ光学系においても全く同様な手法で実現可能である。

【0062】図7は本実施の形態例の2群対物レンズ間距離固定式光学ピックアップの構成を示す図である。図2に示した1/4波長板23と第2のレンズ14の間に、球面収差補正用のリレーレンズ27、28を挿入した形態である。図7で、リレーレンズ27、28を図示しない第1の電磁アクチュエータ上に搭載する。一方、2群対物レンズを図示しない第2の電磁アクチュエータ上に搭載し、光軸方向の任意の位置に制御可能な構成にする。

【0063】調整に際しては、フォーカスサーボ引き込み後、RF信号S2の振幅が最大となるように、リレーレンズ27、28と2群対物レンズとの間の距離の最適化と、フォーカスオフセットの最適化を同時に行う。前述の2群対物レンズ間距離が可変である構成の形態例で詳細に説明した方法と同様に行えば調整できるのは明らかである。

【0064】また、図7においてリレーレンズ27、28を動かす代わりに、コリメータレンズ17を動かすことによっても、リレーレンズ27、28と2群対物レンズとの間で生ずる球面収差に起因する誤差信号が変動するので、球面収差を最小にすることが可能となる。この場合は、コリメータレンズ17を図示しない第1の電磁アクチュエータ上に搭載する。

【0065】なお、光ディスク11は記録可能なものであっても、再生専用のものであってもよい。記録可能な光ディスクに対して本装置を適用する際は、記録済みの信号部分を用いてもよいし、あらかじめエンボス加工されたピット部分を用いてもよい。また、RF信号からエンベロープ変動を正確に検出するためには、本実施の形態例で示したように、フォーカスサーボと併せて、トラッキングサーボが動作した状態で行うことが望ましい。

【0066】上述した本実施の形態例においては、光ディスク11は、光カードなど、光ビームを照射して記録または再生をされる他の光記録媒体であっても良いことは当然である。

#### 【0067】

【発明の効果】請求項1の発明の光記録再生装置によれば、フォーカスオフセットの最適化調整と2群レンズ間距離の最適化調整を同時にするため、2つの調整を別々に行うより短時間で調整を行う装置を提供することができる。これにより、光記録媒体を本装置に挿入後、短時間で記録または再生が可能な状態にできる。

【0068】請求項2の発明の光記録再生装置によれば、2群レンズ全体を移動させる駆動手段の移動と、2群レンズ間距離を変化させる駆動手段の移動を周期的に行うことにより、球面収差による振幅変動とフォーカスサーボ誤差による振幅変動を、周波数帯域の違いにより分離させることが可能になり、フィルタによる簡易な構成で調整を行う装置を提供することができる。

【0069】請求項3の発明の光記録再生装置によれば、2群レンズ間距離を変化させる駆動手段の移動周期を、2群レンズ全体を移動させる駆動手段の移動周期より長くすることにより、球面収差による振幅変動を正確に検出する装置を提供することができる。

【0070】請求項4の発明の光記録再生装置によれば、2群レンズ全体を移動させる駆動手段の移動と、2群レンズ間距離を変化させる駆動手段の移動を正弦波状とすることにより、それぞれの調整に必要な変動成分を正確にフィルタで分離することが可能となる。そのため正確な調整をする装置を提供することができる。

【0071】請求項5の発明の光記録再生装置によれば、フォーカスオフセットの最適化調整と、対物レンズとリレーレンズ群間の距離の最適化調整を同時にするため、2つの調整を別々に行うより短時間で調整を行う装置を提供することができる。これにより、光記録媒体を本装置に挿入後、短時間で記録または再生が可能な状態にできる。

【0072】請求項6の発明の光記録再生装置によれば、対物レンズの移動と、リレーレンズ群の移動を周期的に行うことにより、球面収差による振幅変動とフォーカスサーボ誤差による振幅変動を、周波数帯域の違いにより分離させることが可能になり、フィルタによる簡易な構成で調整を行う装置を提供することができる。

【0073】請求項7の発明の光記録再生装置によれば、リレーレンズ群の移動周期を、対物レンズの移動周期より長くすることにより、球面収差による振幅変動を正確に検出する装置を提供することができる。

【0074】請求項8の発明の光記録再生装置によれば、対物レンズの移動と、リレーレンズ群の移動を正弦波状とすることにより、それぞれの調整に必要な変動成分を正確にフィルタで分離することが可能となる。そのため正確な調整をする装置を提供することができる。

【0075】請求項9の発明の光記録再生方法によれば、フォーカスオフセットの調整と2群レンズ間距離の調整を同時にするため、2つの調整を別々に行うより短時間で調整を行うことができる。本方法により、光記録媒体を光記録再生装置に挿入後、短時間で記録または再生が可能な状態にできる。

【0076】請求項10の発明の光記録再生方法によれば、2群レンズ全体の移動と、2群レンズ間距離を変化させる第1のレンズの移動を周期的に行うことにより、球面収差による振幅変動とフォーカスサーボ誤差による

振幅変動を、周波数帯域の違いにより分離させることが可能になり、フィルタによる簡易な構成で調整を行うことができる。

【0077】請求項11の発明の光記録再生方法によれば、2群レンズ間距離を変化させる第1のレンズの移動周期を、2群レンズ全体の移動周期より長くすることにより、球面収差による振幅変動を正確に検出することが可能となる。

【0078】請求項12の発明の光記録再生方法によれば、2群レンズ全体の移動と、2群レンズ間距離を変化させる第1のレンズの移動を正弦波状とすることにより、それぞれの調整に必要な変動成分を正確にフィルタで分離することが可能となる。そのため正確な調整が可能となる。

【0079】請求項13の発明の光記録再生方法によれば、フォーカスオフセットの最適化調整と、対物レンズとリレーレンズ群間の距離の最適化調整を同時にするため、2つの調整を別々に行うより短時間で調整を行うことができる。本方法により、光記録媒体を光記録再生装置に挿入後、短時間で記録または再生が可能な状態にできる。

【0080】請求項14の発明の光記録再生方法によれば、対物レンズの移動と、リレーレンズ群の移動を周期的に行うことにより、球面収差による振幅変動とフォーカスサーボ誤差による振幅変動を、周波数帯域の違いにより分離させることが可能になり、フィルタによる簡易な構成で調整を行うことができる。

【0081】請求項15の発明の光記録再生方法によれば、リレーレンズ群の移動周期を、対物レンズの移動周期より長くすることにより、球面収差による振幅変動を正確に検出することが可能となる。

【0082】請求項16の発明の光記録再生方法によれば、対物レンズの移動と、リレーレンズ群の移動を正弦波状とすることにより、それぞれの調整に必要な変動成分を正確にフィルタで分離することが可能となる。そのため正確な調整が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態例の光学ピックアップ用非球面2群対物レンズの構成を示す図である。

【図2】 本発明の実施の形態例の光ディスク記録再生用光学ピックアップの構成を示す図である。

【図3】 6分割受光素子の配置を示す図である。

【図4】 本発明の実施の形態例の光ディスク記録再生装置の構成を示す回路ブロック図である。

【図5】 本発明の実施の形態例のRF信号のエンベロープを示す図であり、図5(a)はフォーカスオフセットの変動、図5(b)はフォーカスオフセットの変動に対応するRF信号のエンベロープの変化を示す図である。

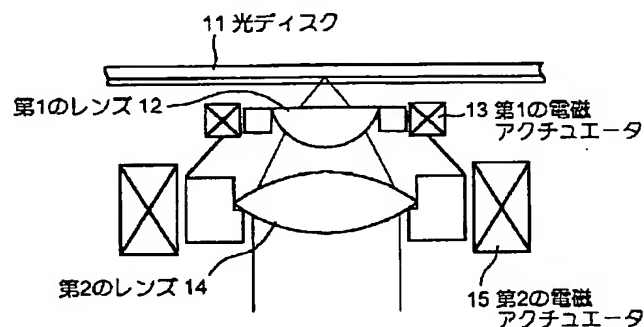
【図6】 本発明の実施の形態例の調整の手順を示すフローチャートである。

【図7】 本発明の実施の形態例の2群対物レンズ間距離固定式光学ピックアップの構成を示す図である。

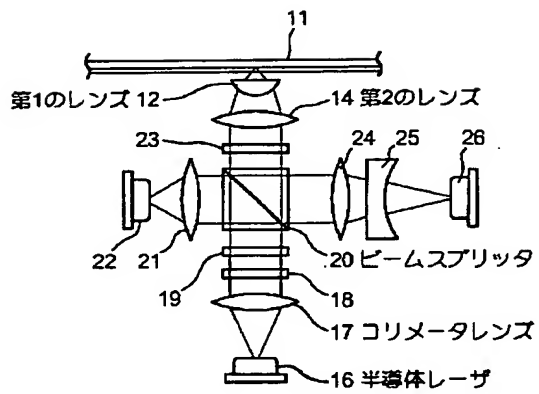
【符号の説明】

1…光学系、11…光ディスク、12…第1のレンズ、13…第1の電磁アクチュエータ、14…第2のレンズ、15…第2の電磁アクチュエータ、16…半導体レーザー、17…コリメータレンズ、18…回折格子、19…1/2波長板、20…ビームスプリッタ、21…レンズ、22…発光出力検出用受光素子、23…1/4波長板、24…凸レンズ、25…マルチレンズ、26…サーボ誤差信号兼RF信号検出用受光素子、27…リレーレンズ、28…リレーレンズ、31…ヘッドアンプ、32…RFイコライザアンプ、33…エンベロープ検出部A、34…エンベロープ検出部B、35…フォーカス誤差検出部、36…位相補償部、37…アンプ、38…トラッキング誤差検出部、39…位相補償部、40…アンプ、41…マイクロコンピュータ、42…位置制御部、43…スピンドルサーボ部、44…スピンドルモータ、S1…信号、S2…RF信号、t1、t2…周期的な変位がピークのときのタイミング、t3、t4…周期的な変位がゼロのときのタイミング、A1…タイミングt1でのRF信号振幅、A2…タイミングt2でのRF信号振幅

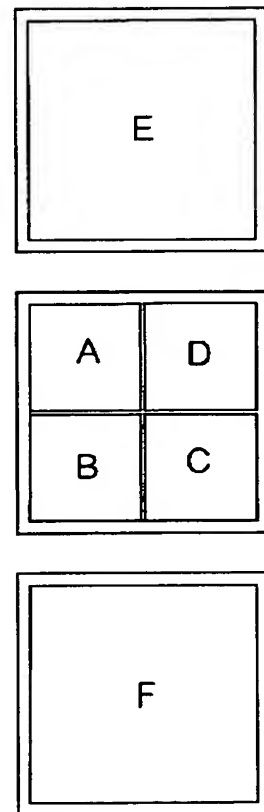
【図1】



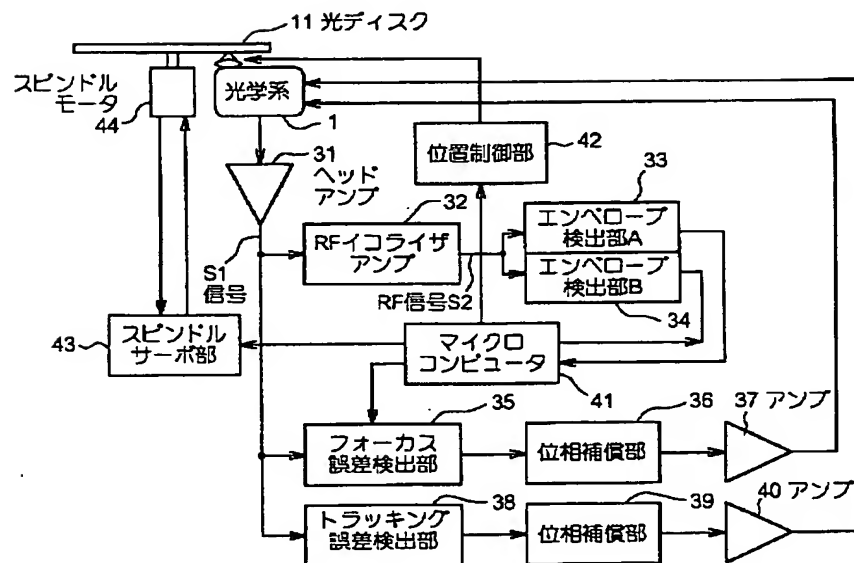
【図2】



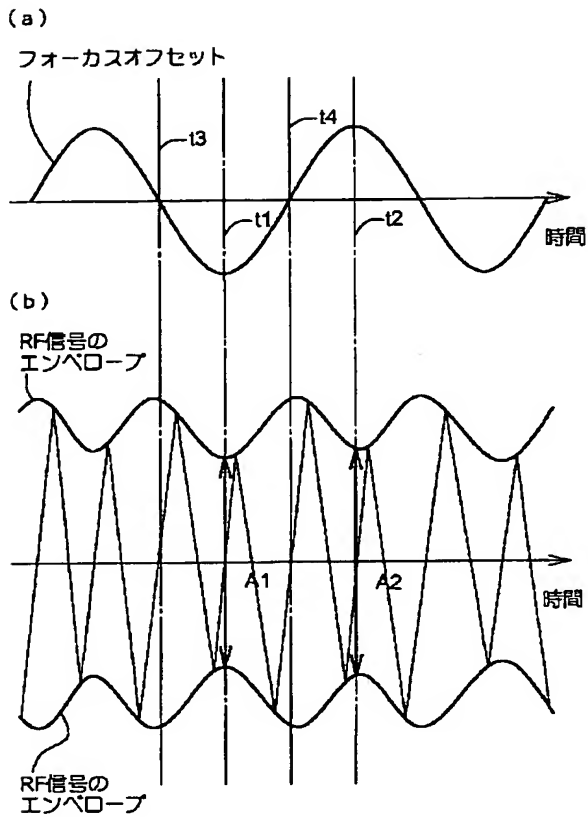
【図3】



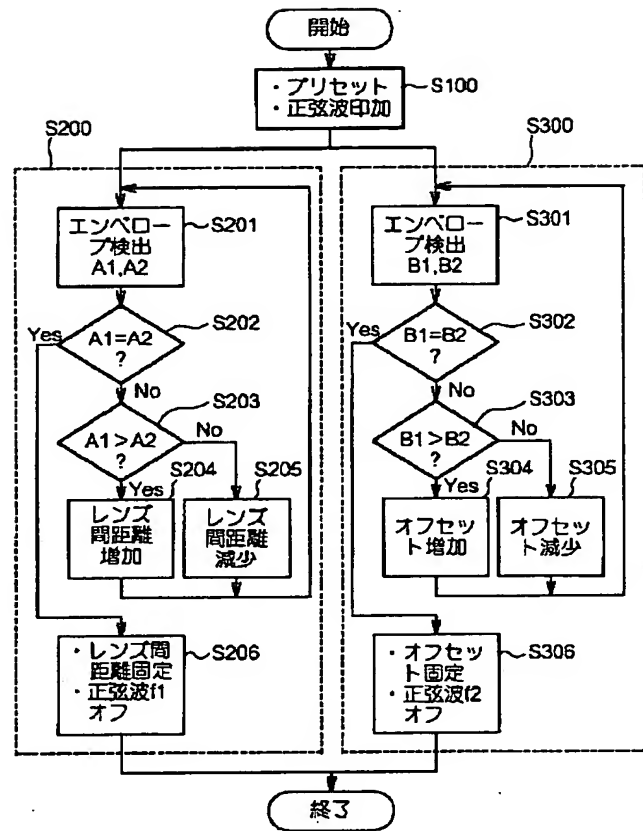
【図4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

